

## **Szkoła doktorska Informatyki i Biomedycznych Technologii Polskiej Akademii Nauk**

### **Promotorzy, Kontakt, Miejsce studiów**

dr hab.inż Janusz Wójcik, prof. inst., (jwojcik@ippt.pan.pl, tel. 228261281 w. 253, pok. 512), IPPT PAN, Pawińskiego 5b

### **Temat ogólny**

Modelowanie teoretyczne i numeryczne zjawisk wykorzystywanych w technologiach ultradźwiękowych.

Szereg biotechnologii, metod diagnostycznych materiałów i tkanek, w tym diagnostyka i ultrasonografia medyczna, metod terapeutycznych, posługuje się urządzeniami wytwarzającymi, odbierającymi i przetwarzającymi zaburzenia akustyczne -ultradźwiękowe. Zaawansowanie i jakość tych metod uzależniona jest od:

- umiejętności kształtowania charakterystyk czasoprzestrzennych wiązek ultradźwiękowych
- znajomości zjawisk towarzyszących propagacji wynikających na przykład ze stochastycznej niejednorodności ośrodka jego nieliniowości lub stratności, powstawania wtórnych efektów termomechanicznych (korzystnych albo nie korzystnych dla stanu tkanki biologicznej)
- umiejętności detekcji pól rozproszonych na niejednorodnościach i właściwej analizie i przetwarzaniu odebranego sygnału (poszukiwanie cech charakterystycznych).

W każdym z wymienionych zakresów obserwujemy stały postęp mimo tego że ich podstawy matematyczno fizyczne znane są od kilkudziesięciu lat (elektromechaniczne modele źródeł pól akustycznych, liniowa i nieliniowa teoria propagacji dźwięku, teoria rozpraszania, generacja i przewodzenie ciepła w polu akustycznym, teoria informacji i przetwarzania sygnałów). Decydującymi czynnikami tego postępu jest i pozostanie własna pomysłowość, intuicja i stopień zrozumienia zjawisk. Są to jednak "narzędzia" jakościowe i indywidualnie ograniczone i w końcu muszą zostać ilościowo zweryfikowane doświadczalnie.

Proces konstruowania urządzeń wykorzystujących ultradźwięki (wybór właściwej koncepcji początkowej lub doskonalenie istniejących urządzeń metodą małych zmian) do badania materiałów i tkanek biologicznych, może być znacznie wydajniejszy jeśli potrafimy skonstruować numeryczny model zjawiska i metody badawczej to znaczy przed przeprowadzeniem doświadczenia potrafimy przeprowadzić eksperyment numeryczny. W końcu może być to świetna zabawa "wzmacniająca" nasze intuicje i umiejętności.

Posiadamy narzędzia umożliwiające numeryczne modelowanie eksperymentów - solvery liniowego i nieliniowego równania falowego wraz z kodami wizualizującymi te rozwiązania; solvery pola rozproszonego.

Posiadamy laboratoria wyposażone w urządzenia umożliwiające: nadawanie i detekcje sygnałów także w technologii syntetycznej apertury (SA), kodowanych impulsów ultradźwiękowych oraz filtracje sygnałów.

### **Proponowane przykładowe szczegółowe tematy:**

- modele numeryczne i teoretyczne stochastycznych ośrodków biologicznych (tkanek i patologii tkanek) i ech ultradźwiękowych z takich ośrodków.
- siła promieniowania akustycznego w ośrodku ciągłym niejednorodnym, zjawisko streamingu i sterowanie przepływem zawiesin.
- nieliniowa propagacja i nieliniowe rozpraszanie pól ultradźwiękowych.
- model teoretyczny i numeryczny tworzenia obrazu (sygnału) akustycznego o dużym stosunku sygnał/szum.